

复合材料机翼环肋结构件的研制

李河清 陶 华 赵景丽 蔡闻峰

(西北工业大学,西安 710072)

摘要 以环氧树脂为基体,以玻璃布和碳布为增强材料,采用模压成型工艺制备了某型无人机机翼环肋复合材料结构件。通过优化模具结构,适当地调整固化工艺参数,解决了制件在内外圆角及拐角处脱层、发白、缺胶的现象,制造出符合设计图样要求的制件。

关键词 复合材料 模压成型 模具 脱层 发白

随着航空工业的发展,复合材料结构件以其质量轻、弯曲强度大、材料利用率高等优点,在飞机结构上得到广泛应用^[1]。不规则机翼环肋安装在某型无人机机翼的对称面上,为飞机的主承力件之一。该制件外表面为翼型类配合表面,内表面要穿过聚氨酯薄膜油箱,要求内外表面光滑平整;制件主要型面间夹角互为 90° ,结构如图1所示。笔者在改进模具、优化工艺参数的基础上,以环氧树脂为基体,以玻璃布和碳布为增强材料,采用模压成型工艺制备了满足技术要求的复合材料机翼环肋结构件。

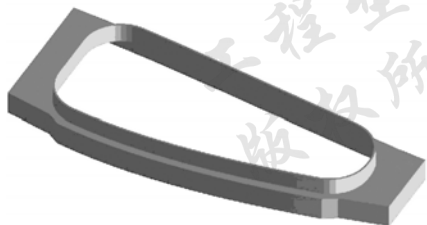


图1 机翼环肋结构件示意图

1 实验部分

1.1 原材料

玻璃布:EW-100B,兴平玻璃纤维厂;
碳布:G0801,美国Hexcel公司;
环氧树脂:618,蓝星新材料无锡树脂厂;
固化剂:A50,淮安市蜂王漆业有限公司。

1.2 设备

压机:YS71-100T型,上海浦大液压机械制造有限公司。

1.3 工艺流程

按铺层设计要求,将玻璃布、碳布浸胶后在阴模上铺层制得坯料,再在坯料表面放置1层脱模布,10 min后阴阳模对合,放入压机加压固化。工艺流程见图2。

1.4 固化工艺参数

温度: $40^\circ\text{C}/4\text{ h}+60^\circ\text{C}/1\text{ h}+80^\circ\text{C}/1\text{ h}$;

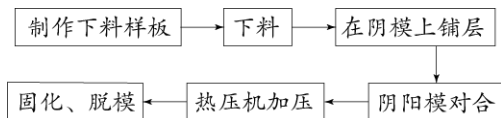


图2 机翼环肋成型工艺流程图

压力: $0.15\sim 2.0\text{ MPa}$ 。

2 结果与讨论

2.1 成型工艺的确定

根据制件结构及技术要求,提出和试验了3种成型工艺:

(1) 热压罐成型工艺 热压罐成型工艺的优点是成型的零件质量好,缺点是成型费用昂贵,不经济。

(2) 真空袋成型工艺 真空袋成型工艺虽然设备简单,投资少,易于操作,但成型压力小,不能满足制件成型的质量要求。

(3) 模压成型工艺^[2] 模压成型工艺同时兼顾了以上两种成型工艺的优点,使成型变得比较容易,故选择模压成型工艺制作机翼环肋结构件。

2.2 模具的选择

模具设计与制件研制的成败有着直接的关系。根据研制进程设计和试验了3套模具方案。

(1) 金属阴模+木质阳模

阴模设计时选用三维图形设计软件UG作为工作平台,材料选用2A12铝合金,采用数控加工成型;阳模选用木模,按纸样板采用手工制作。

(2) 金属阴模+金属阳模

阴阳模具材料都选用2A12铝合金,采用数控加工成型。

(3) 金属阴模+硅橡胶(Airpad)芯模

芯模的外表面尺寸与零件的内表面结构尺寸相同。但Airpad芯模成型需进热压罐固化,由于制造

成本较高,故尽量不采用。

采用木质阳模成型的优点是可以降低成本,成型时坯料可以排除挥发成分、低分子产物和部分多余的树脂,减少内部缺陷。缺点是木质阳模在脱模时异常困难,而且经常被损坏;其次是制件成型质量不稳定,具体表现为厚度均匀性差,外观发白,而且发白区域无规律性可循。为保证制件的质量,用金属阳模代替了木质阳模。将阳模改为金属模后,阳模加工精度与表面粗糙度得到明显改善,阴阳模间的配合间隙也得到了严格保证,产品易脱模。脱胶发白面积大大减小,发白区域稳定在某一范围,如图 3 所示。

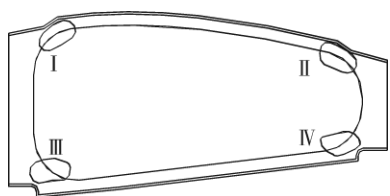


图 3 脱胶发白区域(I~IV区)示意图

为消除制件部分区域发白现象,笔者对模具进行了改进:增大制件的圆角半径;在金属阴模上增设了排胶槽、限位块。排胶槽保证了成型时多余树脂流出通道的畅通,限位块使制件的厚度均匀性一致。改进后的阴模结构如图 4 所示。

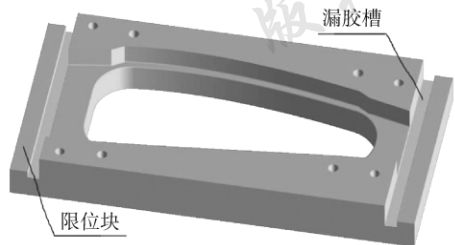


图 4 改进后的阴模结构

2.3 固化工艺参数的优化^[3]

树脂基体采用室温固化环氧树脂体系。由于该制件为不规则结构,其形状与厚度都与平板有很大的差异,因此对制件的成型工艺参数进行了适当的调整。

针对制件表面局部缺胶现象,采用将加压点时间推后的措施。推后的时间点要求树脂既要有良好流动性,同时又有利于纤维中的气泡被流动的树脂带出。结果表明,加压点时间调整后,树脂粘度较未调整前增大,但又确保了树脂在纤维中能均匀地渗透,消除了制件表面缺胶的现象。

当树脂体系及加压点时间确定后,压力是使纤维密实达到稳定且呈均匀分布状态的主要影响因素。为了获得最佳压力,对模压压力在 0.15~2.0 MPa 内进行了调整,最后确定了最佳模压压力。采用改进后的模具及调整后的固化工艺参数,制件厚度公差可控制在 $\pm(3\% \sim 5\%)$,挠曲在 1 mm(1 m 长度计)之内,满足设计要求。

3 结语

实践证明,上述理论分析与工装设计、工艺流程控制解决措施合理,实际效果明显,消除了机翼环肋结构件表面局部脱胶、表面发白的缺陷,为高性能复合材料制品在航空航天领域的广泛应用提供了借鉴。

参考文献

- 1 李河清,赵景丽.固化压力对夹层结构力学性能的影响.工程塑料应用,2002,30(6):16
- 2 黄家康,岳红军,董永祺.复合材料成型技术.北京:化学工业出版社,1999.
- 3 吴利英,靳武刚,高建军.丙烯酸酯橡胶在复合材料成型中的应用.现代塑料加工应用,2003(5):10

STUDIES ON CFRP AEROFOIL RIB PARTS

Li Heqing, Tao Hua, Zhao Jingli, Cai Wenfeng

(Northwest Polytechnical University, Xi'an 710072, China)

ABSTRACT The aerofoil rib parts for pilotless aircraft was manufactured by using mold pressing process with epoxy resin as matrix materials and glass cloth as enhancement materials. By optimizing the structure of the mold and adjusting the soliding condition, the problems about blanch, flaw and resin lack at the corner of the parts were solved, and the products met with the requirements of design.

KEYWORDS composite, process of molding, mold, flaw, blanch

巴塞尔计划增加在澳 PP 装置产能

意大利巴塞尔公司日前宣布,计划对位于澳大利亚季隆的聚丙烯(PP)装置进行扩能。此次扩能完成后,该公司在澳大利亚的 PP 产能将增加 6 万 t/a,这将确保其在全球 PP

领域的竞争领先地位。巴塞尔公司一直致力于生产基地的扩能和改造,因为低产量的装置从长远来看已不具备竞争优势。此次扩能工程将于 2006 年首季完工投产,届时季隆装置的 PP 产能将达到 13 万 t/a。(庞晓华)